

UDK 624.18:624.193

Primljeno 15. 5. 2002.

Procjena ukupnih troškova projekata u visokogradnji

Saša Marenjak, Mohamed A. El-Haram, R. Malcolm W. Horner

Ključne riječi

visokogradnja,
ukupni troškovi projekata,
klasifikacijski sustavi,
struktura podataka za
ukupne troškove projekata,
održavanje objekata,
upotreba objekata

Key words

building industry,
whole life costs,
classification systems,
whole life cost data
structure,
maintenance and
operation

Mots clés

bâtiment,
coûts globaux des projets,
systèmes de classification,
structure des données
pour les coûts,
maintenance des bâtiments,
usage des bâtiments

Ключевые слова

высотное
строительство,
общие расходы проектов,
классификационные
системы, структура
данных для расходов,
обслуживание объектов,
употребление объектов

Schlüsselworte

Hochbau,
Gesamtkosten des Projekts,
Klassifizierungssysteme,
Datenstruktur für Kosten,
Wartung des Objekts,
Benutzung des Objekts

S. Marenjak, M. A. El-Haram, R. Malcolm W. Horner

Pregledni rad

Procjena ukupnih troškova projekata u visokogradnji

U radu se polazi od činjenice da je procjena ukupnih troškova projekata jedna od glavnih karakteristika novih načina ustupanja radova u objektima visokogradnje. Opisana je koncepcija ukupnih troškova projekata. Prikazani su postojeći klasifikacijski sustavi koji se najčešće primjenjuju u graditeljstvu, te razvoj novog, konzistentnog i fleksibilnog okvira za strukturiranje podataka koji će služiti za procjenu i kontrolu ukupnih troškova projekata visokogradnje.

S. Marenjak M. A. El-Haram, R. Malcolm W. Horner

Subject review

Analysis of overall project costs for the building industry

The paper starts by emphasizing that the analysis of overall project costs is one of major features of modern-day procurement of work in the sphere of building construction. The overall project cost concept is described. Major classification systems currently used in construction industry are presented, and the emphasis is placed on the development of new, consistent and flexible framework for structuring data that will be used for the analysis and control of whole life costs (overall project costs) for the building industry.

S. Marenjak, M. A. El-Haram, R. Malcolm W. Horner

Ouvrage de synthèse

Evaluation des coûts globaux des projets dans le bâtiment

L'article part du fait que l'évaluation des coûts globaux des projets est l'un des traits principaux des nouvelles méthodes de l'adjudication des travaux dans le bâtiment. On décrit la conception des coûts globaux des projets. On présente les systèmes de classification existants, utilisés le plus fréquemment dans la construction, ainsi que le développement d'une nouvelle approche consistante et flexible de la structuration des données qui serviront à l'évaluation et au contrôle des coûts globaux des projets dans le bâtiment.

С. Мареняк, М. А. Эль-Харам, Р. Малкольм В. Хорнер

Обзорная работа

Оценка общих расходов проектов в высотном строительстве

В работе исходит из факта, что оценка общих расходов проектов является одной из главных характеристик новых способов уступания работ в объектах высотного строительства. Описана концепция общих расходов проектов. Показаны (представлены) существующие классификационные системы, чаще всего применяемые в строительстве, а также развитие нового, консистентного и флексибильного подхода для структурирования данных, которые будут служить для оценки и контроля общих расходов проектов (на проекты, по проектам) высотного строительства.

S. Marenjak, M. A. El-Haram, R. Malcolm W. Horner

Übersichtsarbeit

Abschätzung der Gesamtprojektkosten im Hochbau

Im Artikel geht man von der Tatsache aus dass die Abschätzung der Gesamtprojekt-kosten eines der Hauptmerkmale neuer Arten der Leistungsvergabe für Objekte im Hochbau ist. Beschrieben ist die Konzeption der Gesamtprojektkosten. Dargestellt sind die bestehenden Klassifizierungssysteme die am meisten im Bauwesen angewendet werden, sowie die Entwicklung eines neuen, konsistenten und flexiblen Rahmens für das Strukturieren der Daten die der Abschätzung und Kontrolle der Gesamtkosten von Hochbauprojekten dienen werden.

Autori: Mr. sc. **Saša Marenjak**, dipl. ing. građ.; dr. sc. **Mohamed A. El-Haram**, dipl. ing. stroj.; prof. dr. sc. **R. Malcolm W. Horner**, dipl. ing. građ., Construction Management Research Unit, Department of Civil Engineering, University of Dundee, Dundee, United Kingdom

1 Uvod

Sve donedavno sva pažnja investitora, arhitekata i izvođača radova bila je usmjerena smanjivanju građevinskih troškova, a malo je sudionika posvećivalo pažnju smanjivanju troškova održavanja i uporabe graditeljskih objekata ili još važnije, smanjenju ukupnih troškova projekata (*whole life costs*).

Povećani interes i sve veće značenje planiranja i kontrole ukupnih troškova projekata (UTP) proizlazi iz sve veće popularnosti *Design, Build, Finance, and Operate* (DBFO), *Public Private Partnership* (PPP), *Private Finance Initiative* (PFI) te *Prime Contracting* (PC), kao novih načina ustupanja i ugovaranja radova [1]. Sve tvrtke koje su uključene u ovakve tipove ugovora moraju preuzeti odgovornost za održavanje i uporabu objekata na dugo vremensko razdoblje te stoga traže točnu procjenu ukupnog vlasništva izgrađenih objekata.

Od ožujka 2001. godine, vlada Velike Britanije zahtijeva da se 70% (a od početka 2002. 100%) vladinih zavođa mora koristiti procjenom ukupnih troškova projekata (za razliku od dosadašnje prakse kada su ponuđači radova morali davati samo procjenu troškova građevinskih radova) kao dio tehničke dokumentacije pri donošenju odluka vezanih uz gradnju ili rekonstrukciju javnih građevina, primjerice škola, bolnica, vrtića i dr. [2].

Dosadašnja su istraživanja [3] pokazala da je princip ukupnih troškova projekata dobro demonstriran u teoriji, ali postoje teškoće pri upotrebi u praksi. Jedna od glavnih prepreka za uspješnu primjenu u praksi jest nedostatak korisnih, pouzdanih i konzistentnih podataka neophodnih za procjenu ukupnih troškova projekata [4]. Tamo gdje podaci i postoje, ili su nekonzistentni, ili su u takvu obliku koji ne omogućava efikasnu analizu ukupnih troškova projekata.

Nedostatak podataka djelomično se može objasniti i zbog činjenice da ne postoje prihvatljivi standardi u graditeljstvu koji propisuju način prikupljanja potrebnih podataka i njihovu analizu radi planiranja ukupnih troškova projekata.

Nekoliko struktura baza podataka je predloženo, kao npr. "*building maintenance cost information service data*" [5], te PSA "troškovi pri uporabi objekata" [6], no niti jedna nije generalno prihvaćena u graditeljstvu. Bez razvoja strukture, koja će obuhvatiti sve podatke za procjenu i analizu ukupnih troškova projekata, nemoguća je i efikasna povratna veza (*feedback*) između tima odgovornog za upravljanje održavanjem i uporabom izgrađenih ili renoviranih objekata i tima odgovornog za planiranje i projektiranje objekata.

Robinson i Kosky [7] opisali su financijske prepreke, kao što su inflacija, kamate, porezi i fiskalna politika,

potrebne za uspješnu primjenu načela ukupnih troškova projekata. U svom radu autori su dali inicijalne preporuke vladi Velike Britanije kako se neke od tih prepreka mogu prevladati upotrebom regulativnih i fiskalnih mjera.

Određeni broj istraživačkih institucija, kao što su Dundee University, the Building Research Establishment, Reading University i tvrtke koje se natječu u procesu ustupanja radova za PPP, PFI (*Private Finance Initiative* – akronim za PPP projekte koji se rabi u Velikoj Britaniji) projekte, naglasio je prepreke koje se pojavljuju prilikom upotrebe principa ukupnih troškova u svakodnevnoj praksi. Jedan takav projekt na sveučilištu u Dundeeu (Velika Britanija), financiran od strane "*Engineering and Physical Sciences Research Council*" (EPSRC), razvija općeniti pristup za smanjenje ukupnih troškova graditeljskih projekata. Glavni su ciljevi tog istraživačkog projekta:

- Razviti konzistentni i fleksibilni okvir za prikupljanje svih podataka neophodnih za procjenu i kontrolu ukupnih troškova projekata.
- Razviti kriterije za identifikaciju graditeljskih projekata, gdje "*Integrated Logistic Support*" ILS, može biti uspješno primijenjen, te razviti upute za aplikaciju ILS-a, za različite tipove projekata visokogradnje.
- Kvantificirati sve prednosti aplikacije ILS za izradu projektne dokumentacije graditeljskih projekata.
- Razviti specifikaciju za "Sistem za upravljanje održavanja i uporabe objekata" (*Maintenance Management Operating System*), te razviti demonstrirajući softver.

Ovaj rad opisuje aktivnosti vezane uz realizaciju prvog cilja - razviti obuhvatni, konzistentni i fleksibilni okvir za prikupljanje svih podataka neophodnih za procjenu i kontrolu ukupnih troškova projekata.

2 Procjena ukupnih troškova projekata

Novi međunarodni standard za procjenu ukupnih troškova, u svim životnim etapama projekata, prema međunarodnom standardu ISO/BS 15686, dio 1. – *Service Life Planing* [8], definira procjenu ukupnih troškova projekata kao:

- Tehniku koja omogućava komparativnu procjenu troškova tijekom specificiranog vremenskog trajanja, uzimajući u obzir sve relevantne faktore koji utječu i na inicijalne kapitalne i na buduće operacijske troškove projekata.

Procjena ukupnih troškova projekata može biti definirana kao tehnika za procjenjivanje i određivanje svih troškova – izraženih u nekoj novčanoj jedinici – direktnih i indirektnih, koji uključuju sve troškove projektiranja,

građenja, održavanja, uporabe i zamjene istrošenih elemenata, u svim etapama projekta i troškove rušenja i uklanjanja građevina [9].

Procjena ukupnih troškova služi za ekonomsku i inženjersku procjenu pri izboru alternativnih arhitektonskih rješenja, uspoređujući sve značajne opcije projektiranja, građenja, održavanja i uporabe objekata tijekom zadanoga vremenskog razdoblja. Za svako alternativno rješenje, ukupni troškovi za svaki element građevine, mogu se izračunati sljedećom formulom [10]:

$$UTP_e = Ti_e + Tfm_e \pm Tr_e \quad (1)$$

$$Tfm_e = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m Tu_j \right) + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m To_j \right) + \sum_{i=1}^k Tz_i \quad (2)$$

gdje su:

UTP_e - ukupni troškovi projekta na razini pojedinačnog, fizičkog elementa građevine (npr. zid, krov, pod itd.)

Ti_e - inicijalni (kapitalni) troškovi, koji se odnose na fizičke elemente građevine (na razini elementa građevine to su građevinski troškovi)

Tfm_e - troškovi "facility managementa" (to je zajednički naziv za troškove uporabe, održavanja i troškove zamjene istrošenih elemenata), koji se odnose na fizičke elemente

Tu - troškovi uporabe objekta koji uključuju troškove režija, rente, čišćenja i dr.

To - troškovi održavanja objekata koji uključuju troškove reaktivnoga, preventivnoga i inspekcijanskog održavanja

Tz - troškovi zamjene istrošenih elemenata

Tr_e - troškovi rušenja elementa koji uključuju rušenje i uklanjanje elementa i troškove reciklaže građevinskog elementa, ako takvi postoje na promatranom projektu

n - broj godina (predviđeni vijek trajanja projekta)

m - broj troškovnih elemenata građevine, i

k - broj zamjena istrošenih građevinskih elemenata.

Ukupni, nediskontirani, troškovi projekta mogu se izračunati koristeći se sljedećom formulom:

$$UTP_p = Ti_p + Tfm_p \pm Tr_p \quad (3)$$

$$Tfm_p = \sum_{i=1}^e Tfm_e + \sum_{i=1}^z Tfm_z, \quad (4)$$

$$Ti_p = \sum_{i=1}^e Ti_e + \sum_{i=1}^z Ti_z \quad (5)$$

gdje su:

UTP_p - ukupni troškovi projekta (npr. bolnice, škole itd.)

Ti_p - inicijalni (kapitalni) troškovi projekta

Ti_z - ostali inicijalni troškovi kao što su troškovi zemljišta, projektiranja i dr.

Tfm_p - troškovi "facility managementa" na razini projekta

Tfm_z - troškovi "facility managementa" koji se ne odnose na fizičke elemente građevine (npr. troškovi osiguranja projekta, troškovi potrošnje električne energije i dr.).

Tr_p - troškovi rušenja, na razini projekta.

Računovodstvena tehnika diskontiranja (*discounting*) rabi se radi dovođenja budućih troškova na razinu sadašnje vrijednosti. Ta tehnika omogućuje praćenje promijenjene vrijednosti novca tijekom vremena, kako bi se omogućila svrsishodna usporedba između sadašnjih i budućih troškova projekata.

Glavni je cilj upotrebe "whole life costing-a" procjena i optimizacija troškova u svim fazama građevine, a radi zadovoljenja zahtjeva investitora i/ili korisnika buduće građevine zadovoljenje svih uvjeta navedenih u tekućim regulativnim i zakonskim propisima. [11]. Stoga "whole life costing" omogućuje usporedbu različitih arhitektonskih rješenja na kvantitativnoj osnovi, unutar istog procesa donošenja odluka, kako bi se izabralo najkorisnije i troškovno najefikasnije arhitektonsko rješenje.

U izvješću Ministarstva kulture, medija i sporta Velike Britanije istaknuto je sljedeće [12]: "povezivanje projektiranja i građenja omogućuje postizanje bolje vrijednosti za uloženi novac i kvalitetnije građevine, naročito kada se pažnja posvećuje ukupnim troškovima, u svim životnim etapama građevina" (Tony Blair, premijer Vlade Velike Britanije).

3 Postojeći sustavi klasifikacije podataka u graditeljstvu

Analiza postojećih klasifikacijskih sustava odnosi se na sljedeće sustave: Uniclass (*Unified Classification for the Construction Industry*), CAWS (*Common Arrangement of Work Sections*), CI/SfB (*Construction Index/Samarbetskommitten for Byggnadsfrågor*), SMM7 (*Standard Methods of Measurement of Building Works, 7th Edition*) and *Standard Form of Cost Analysis* (BCIS). Iz analize navedenih klasifikacijskih sustava, slijede ovi zaključci:

- Uniclass - *Unified Classification for the Construction Industry* [13] definitivno je sveobuhvatni klasifikacijski sustav koji se primjenjuje u Velikoj

Britaniji. Uniclass je razvijen s namjerom da naslijedi CI/SfB, klasifikacijski sustav koji se do sada najviše primjenjivao u graditeljstvu. Uniclass se sastoji od 15 tablica koje pokrivaju većinu svih aspekata što se pojavljuju za planiranja i izvedbe projekata (npr. tablica F – Prostori građevine, G – Elementi građevine u visokogradnji, H – Elementi građevina u niskogradnji, J – Vrste, grupe i podgrupe radova u grupiranju stavaka troškovnika, itd.). Svaka od tablica u Uniclassu može biti upotrijebljena kao samostalna tablica za klasifikaciju specifičnog tipa informacija, a mnoge su tablice i međusobno povezane. Uniclass se rabi kao klasifikacijski sustav za sortiranje podataka o građevinskim materijalima, proizvodima, klasifikaciju literature te ostalih informacija o graditeljskim projektima. Informacije koje se odnose na strukturu baze podataka prema elementima građevine, vezano na ukupne troškove projekata, prikazane su u tablici G. Ostale tablice, kao npr. tablice pod oznakom A, B, C, D, E, F, L i P mogu se rabiti za strukturiranje *filova* u bazi podataka sveukupnih troškova projekata.

- CI/SfB - *Construction Indexing Manual* [14] bio je najiskorišteniji klasifikacijski sustav za organiziranje informacija i podataka u graditeljstvu, sve do izdavanja Uniclassa. CI/SfB je uporabljen za organiziranje podataka i informacija u graditeljskim poduzećima, te za prikupljanje podataka potrebnih za izvedbu projektne dokumentacije, pripremu izvješća, troškovnika, nacрта, informacija o specifikacijama radova i ostalim informacijama potrebnim za planiranje i izvedbu graditeljskih projekata. Tablica 1. definira elemente građevina u visokogradnji, ali nema strukturu podataka potrebnu za procjenu troškova održavanja i uporabe građevina pa stoga mora biti organizirana na drugačiji način, kako bi mogla efikasno poslužiti za procjenu i analizu ukupnih troškova projekata.
- CAWS – *Common Arrangements of Work Sections* [15], klasifikacijski je sustav za podjelu vrsta radova u graditeljskim troškovnicima, u Velikoj Britaniji. CAWS bi mogao biti djelomično korišten u strukturiranju baze podataka, potrebe za analizu ukupnih troškova projekata, kao pomoćno sredstvo koje definira podatke o potrebnim resursima za procjenu troškova građevinskih elemenata. CAWS ima detaljno definirane vrste radova i pripadajuće stavke troškovnika, s detaljnim opisom i definiranjem što je uključeno a što isključeno pri procjeni svake stavke troškovnika. Različite stavke troškovnika mogu biti uključene unutar istog elementa građevine (npr. različite stavke troškovnika unutar zemljanih, tesarskih, armiračkih i betonskih radova mogu sačinjavati troškove “temelja”, kao jednog od elemenata građevine).

- BCIS - *Building Cost Information Services*, The Standard Form of Cost Analysis [16] razvijen je radi standardiziranja procjene i analize troškova, na osnovi elemenata građevine (elementni model procjene građevinskih troškova). Kod ove strukture podataka postoji određen broj elemenata koji bi trebali biti razdvojeni (npr. vanjska i unutarnja završna obrada zidova, prozori i vanjska vrata itd.), kako bi se građevinski troškovi i troškovi održavanja i uporabe koji se odnose na fizičke elemente građevine, mogli uspoređivati na istoj osnovi, s obzirom na analizu ukupnih troškova projekata. Na taj bi se način ujedno zadovoljili i zahtjevi za budućom aplikacijom tehnika potrebnih za optimalizaciju ukupnih troškova projekata (kao npr. tehnike pod zajedničkim nazivom “*Integrated Logistic Support*”).
- SMM7 - *Standard Method of Measurement for Building Works*; sedmo izdanje [17] omogućava uniformu osnovu za standardiziranje mjerenja građevinskih radova, svake stavke troškovnika. Sastoji se od detaljno definiranih pravila upotrebljavaju se pri mjerenju izvedenih radova. Ovaj standard može biti iskorišten kao izvor informacija, tj. primjer kako se količine radova u stavkama troškovnika moraju mjeriti i prezentirati u slučaju kada se bilo koji element građevine sastoji od jedne ili više stavaka troškovnika.

Vrijedno je spomenuti da postoji neprofitna svjetska organizacija, pod nazivom “*International Alliance for Interoperability*” (IAI), koje je zadaća osigurati univerzalnu osnovu za poboljšanje procesa te primjenu i dijeljenje zajedničkih informacija u graditeljstvu [18]. IAI radi na razvijanju, publiciranju i promicanju standarda za klasifikaciju industrije u cjelini (*Industry Foundation Classes*, IFCs) te čini osnovu konvencija koje se rabe u cijeloj graditeljskoj industriji. IFCs je praktično sredstvo za primjenu i dijeljenje informacija o projektima, koristeći se i tehnologijom “*inteligentnih objekata*”. Verzija koja je trenutno u upotrebi poznata je pod nazivom IFC 2*. Glavne grupacije uključuju sljedeće: oblik prostora, elemente građevine, strukturu prostora, opremu i namještaj, dokumentaciju projekta, procjenu troškova, klasifikaciju, identificiranje objekata, standarde i šifriranje.

Jedan od glavnih zahtjeva pri razvoju strukture baze podataka za ukupnu procjenu troškova jest u tome da se građevinski troškovi i troškovi održavanja i uporabe objekata mogu procjenjivati i planirati na istoj osnovi, kako bi se mogla primijeniti efikasna “*what-if*” analiza između svih troškova koji se pojavljuju u svim etapama projekata.

Trenutno se u graditeljstvu procjena građevinskih troškova, u najvećem broju slučajeva bazira na stavkama

troškovnika [19] i [20]. Nasuprot tome, troškovi održavanja i uporabe objekata baziraju se na elementima građevine.

Nakon analize svih unaprijed navedenih klasifikacijskih sustava, postalo je evidentno da niti jedna od postojećih klasifikacijskih sustava u graditeljstvu nije razvijen s namjerom procjenjivanja i analize ukupnih troškova projekata.

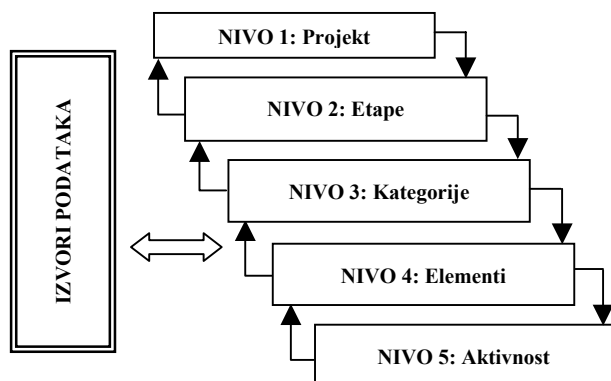
Stoga je potrebno restrukturirati postojeće strukture građevinskih troškova, kako bi se omogućilo kompariranje s troškovima održavanja i uporabe građevinskih projekata, na istoj osnovi, uzimajući u obzir sve etape projekata.

4 Razvoj novog, konzistentnog okvira za strukturiranje podataka, za procjenu i kontrolu ukupnih troškova projekata visokogradnje

Prvi korak prema uspješnoj primjeni procjenjivanja ukupnih troškova projekata sastoji se u razvoju nove ili preuzimanju neke od postojećih struktura podataka [21], koja identificira sve relevantne troškovne kategorije, u svim etapama projekta.

Nova struktura baze podataka, koja će služiti za procjenu i analizu ukupnih troškova projekata, mora biti na osnovi elemenata građevine, a ne na osnovi stavaka troškovnika za procjenu i analizu isključivo građevinskih troškova. Uzmimo za primjer građevinski element – zid, primjerice armiranobetonski. Troškovi tog elementa sastojali bi se od troškova oplata, armature i betona potrebnog za izvedbu armiranog zida, dok bi troškovi održavanja istog zida bili izraženi kao troškovi održavanja po kvadratnom metru tog istog zida. Evidentno je da bi bilo izuzetno nepraktično izraziti troškove održavanja zida po kvadratnom metru oplata, armaturi i betonu.

Predloženi novi sustav za strukturiranje baze podataka ukupnih troškova graditeljskih projekata sastoji se od 5 nivoa.



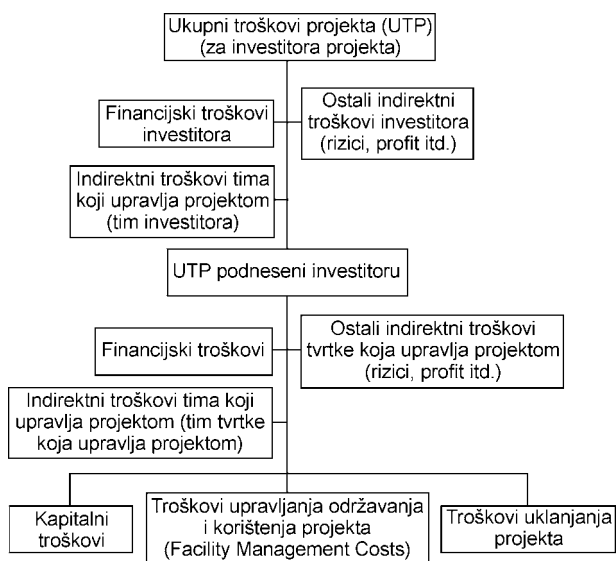
Slika 1. Nivoi strukture baze podataka za procjenu ukupnih troškova projekata

Promatrajući hijerarhiju strukture podataka od vrha prema dnu, vide se sljedeći nivoi: nivo projekta, nivo etape projekta, nivo kategorije projekta, nivo graditeljskih elemenata, te nivo aktivnosti potrebnih za izvedbu graditeljskih elemenata. Opisana struktura projekata je prikazana na slici 1. Kratak opis svakog nivoa strukture podataka dan je u nastavku.

Nivo 1 – Projekt

(Ukupni troškovi svih etapa projekata)

Nivo projekta odnosi se na različite tipove građevina, kao što su npr. škole, bolnice, zatvori, banke, poslovni objekti itd. Za svaku građevinu ukupno postoje tri etape u njezinu cijelom ciklusu: inicijalna (kapitalna) etapa, koja obuhvaća projektiranje i građenje objekta, etapa upravljanja objektom (*facility management phase*), koja obuhvaća održavanje, uporabu i zamjenu istrošenih objekata te etapa rušenja i uklanjanja objekta. Slika 2. prikazuje strukturu na ovom nivou, koja je kombinacija troškova svake etape, te indirektnih troškova tvrtke, koja upravlja projektom, kao i financijskih troškova, kao što su porezi, troškovi posudbe kapitala itd. U slučaju PPP projekata bit će dodani troškovi investitora, vezani uz pripremu, upravljanje i nadziranje PPP ugovora, kao i financijski troškovi investitora.



Slika 2. Struktura ukupnih troškova (nivo projekta)

Nivo 2 – Etape

(Dijeljenje strukture podataka svake etape na njezine troškovne kategorije)

Na ovom se nivou svaka etapa dijeli na troškovne kategorije, kao što je prikazano na slici 3.

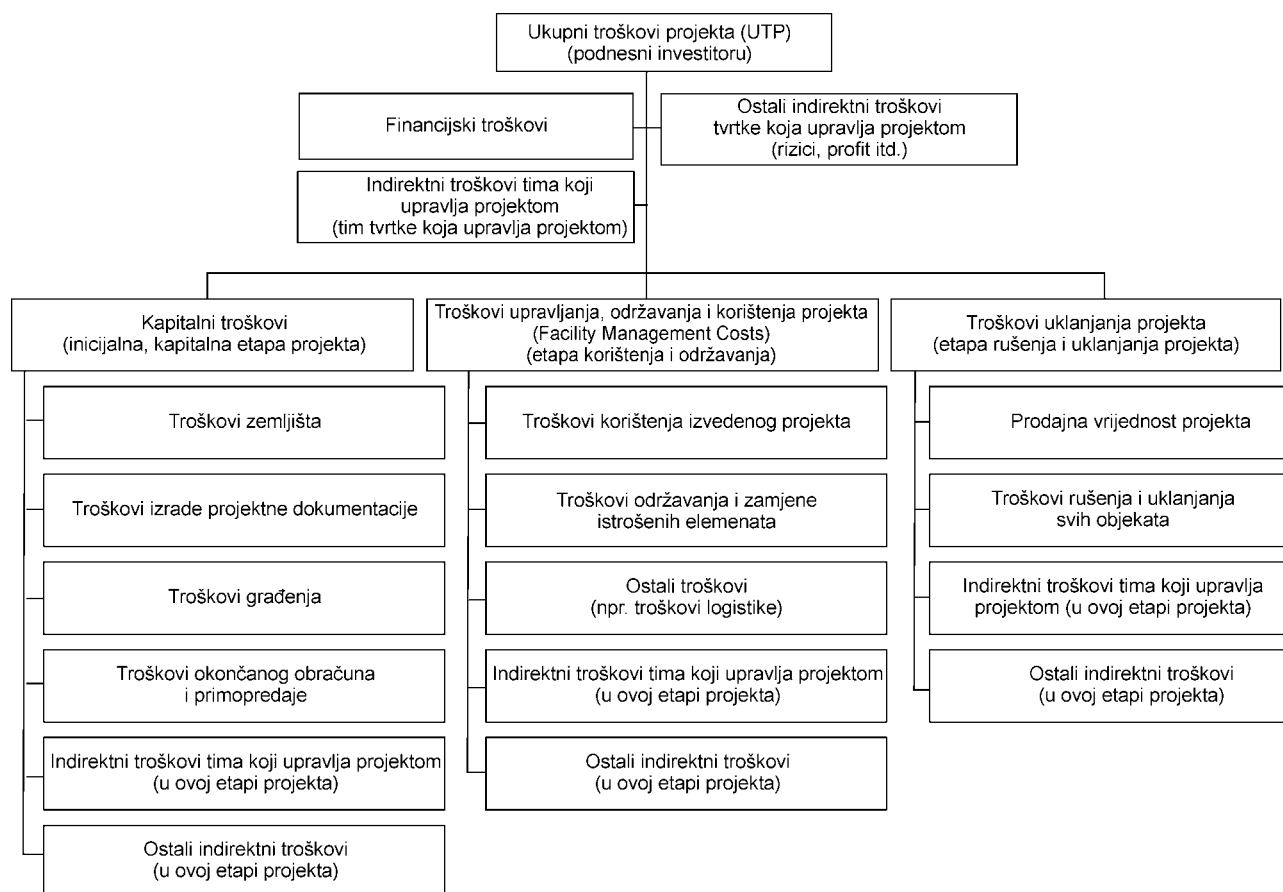
- Kapitalni troškovi
U kapitalne troškove ubrajaju se svi troškovi potrebni za projektiranje, građenje i primopredaju građevine

ne. Oni uključuju troškove zemljišta i sve indirektne troškove vezane uz upravljanje ovom etapom.

- Troškovi upravljanja održavanja i uporabe objekata
U troškove ove etape (*Facility Management phase*) ubrajaju se svi troškovi potrebni za uporabu, održavanje i logističku potporu građevine, tijekom cijelog njezina vijeka uporabe, i indirektni troškovi potrebni za upravljanje ovom etapom.

koje radova koji su ispod površine zemlje (podzemni radovi), troškove radova koji su iznad površine zemlje (nadzemni radovi), troškove završnih radova, troškove opreme i uređaja, instalaterske troškove, troškove uređivanja okoliša (izvan objekta) te indirektne troškove koji se odnose na režiju gradilišta.

Troškovi održavanja se dijele na troškove reaktivnog i preventivnog održavanja te troškove zamjene istrošenih



Slika 3. Struktura troškova svake etape projekta

- Troškovi rušenja i uklanjanja objekata
U troškove rušenja i uklanjanja objekata uključena je prodajna vrijednost objekta, i troškovi koji su potrebni za rušenje i uklanjanje te čišćenje zemljišta (gradilišta) na kraju predviđenog vijeka trajanja projekta. Uključeni su i indirektni troškovi koji su potrebni za upravljanje ovom etapom.

Nivo 3 – Kategorije

(Dijeljenje strukture podataka svake troškovne kategorije na njezine troškovne elemente)

Na ovom se nivou svaka troškovna kategorija dijeli na troškovne elemente.

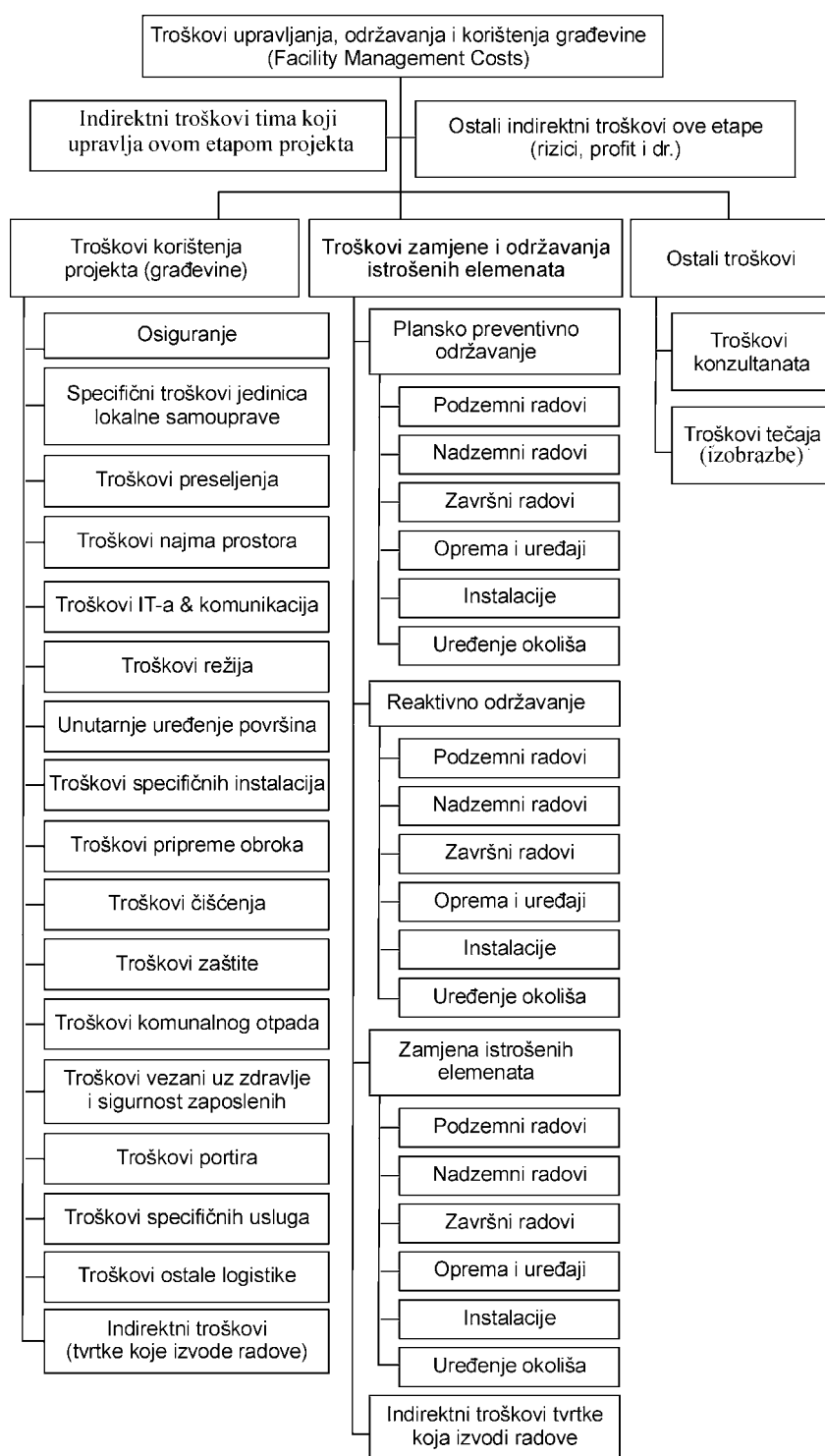
Na primjer, građevinski troškovi, koji su dio kapitalnih troškova, se dijele na troškove pripreme gradilišta, troš-

građevinskih elemenata [22]. Troškovi upotrebe građevina dijele se na troškove osiguranja, režija (plin, struja, voda itd.), čišćenja, najma (renta), zaštite građevina i dr.

Nivo 4 - Elementi građevine

(Dijeljenje strukture podataka svakoga troškovnog elementa na potrebne aktivnosti)

Na ovom nivou troškovi se dijele dalje na elemente građevina. Primjerice, troškovi radova iznad površine zemlje dijele se na troškove nosive konstrukcije građevine (nosivi okvir), podova, stubišta, krova, vanjskih zidova, prozora, unutarnjih, pregradnih zidova, vanjskih vrata i unutarnjih vrata te ostalih elemenata (npr. dimnjaka). Troškovi održavanja i zamjene istrošenih elemenata slijede istu strukturu koja se rabi za podjelu građevinskih radova, kao što je prikazano na slici 5. Takva struktura omogućuje svim sudionicima u projektu da povežu i



Slika 4. Troškovi upravljanja uporabe i održavanja projekta/građevine (Facility Management Costs)

koriste iste podatke i informacije tijekom svih etapa projekta.

Upravo takvo povezivanje podataka i informacija omogućuje efikasno generiranje različitih varijantnih rješenja

te analizu “što ako” (“what-if”) i iznalaženja optimalnog odnosa između građevinskih troškova, troškova održavanja, uporabe i zamjene istrošenih elemenata te troškova rušenja i uklanjanja građevine.

Nivo 5 – Aktivnosti i resursi potrebni za izvedbu elemenata građevine

(Dijeljenje strukture podataka svake aktivnosti (zadatka) na troškove potrebnih resursa)

Posljednji nivo u strukturi baze podataka ukupnih troškova projekata odnosi se na troškove aktivnosti svih radova koje je potrebno predvidjeti radi izvedbe svih elemenata građevine.

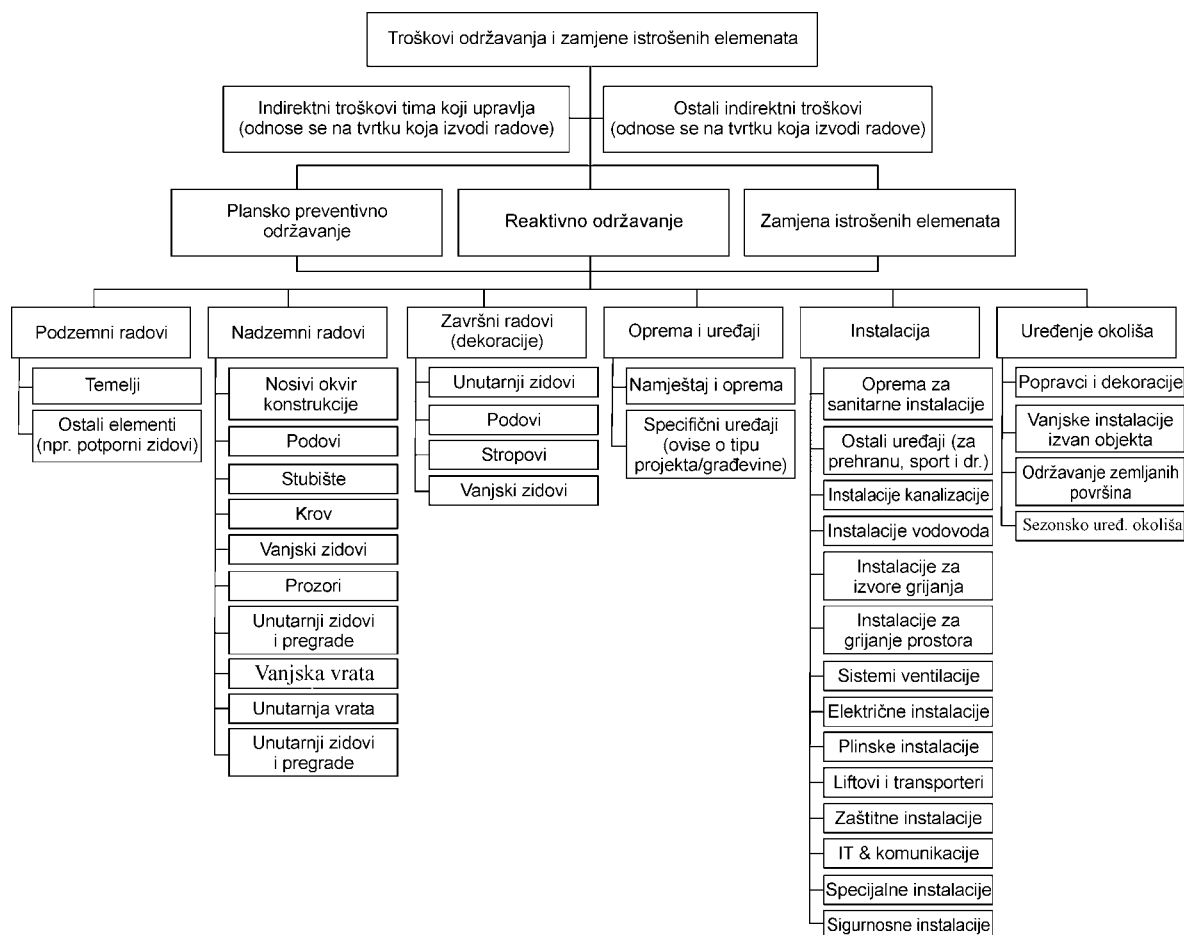
Na primjer troškovi, potrebni za izvedbu i ugradnju prozora i troškovi održavanja i zamjene istrošenih prozora prikazani su na slici 6. Prema tome ukupni troškovi prozora se sastoje od ukupnih troškova resursa (direktni troškovi radne snage, materijala i opreme potrebnih za izvedbu i ugradnju prozora, kao i njihovo održavanje te indirektnih troškova (troškovi režije i kompletne logistike izvođačelja).

5 Zaključak

U ovom se radu prikazuju postojeći klasifikacijski sustavi koji se primjenjuju u graditeljstvu Velike Britanije i državama Europske unije. Također je opisan razvoj strukture baze podataka potrebne za detaljnu procjenu, planiranje i kontrolu ukupnih troškova graditeljskih projekata (UTP). Skupina stručnjaka koja radi na ovom istraživačkom projektu definirala je sve podatke (troškovne i podatke koji su indirektno povezani s troškovnim podacima, kao npr. podaci koji se odnose na definiranje kvalitete, vijeka trajanja pojedinih materijala itd.) te odredila timove koji trebaju tako definirane podatke u pojedinim etapama radova i izvore tih podataka.

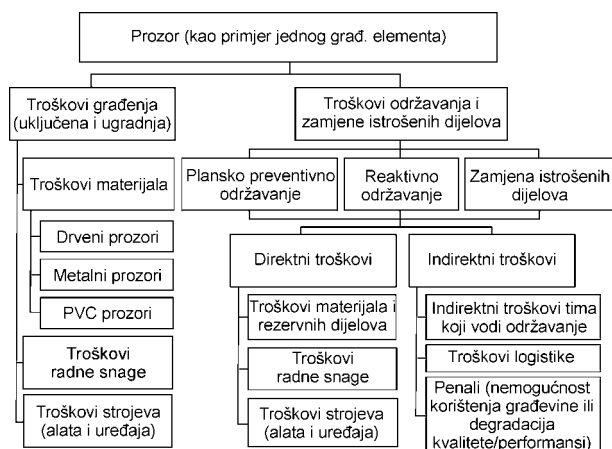
Ovako definirana struktura baze podataka potrebna za upravljanje ukupnim troškovima projekata omogućit će:

- generiranje alternativnih rješenja i provedbu ‘what-if’ analize, uzimajući u obzir utjecaj svakoga alterna



Slika 5. Troškovi održavanja i zamjene istrošenih elemenata

ktivnog rješenja na kapitalne troškove (projektiranje i građenje), troškove održavanja i uporabe objekata te troškove eventualnog rušenja i uklanjanja građevina. Takve će analize omogućiti identificiranje varijantnih rješenja koja omogućuju optimalne ukupne troškove projekata, uz znatnu uštedu prikupljanja podataka.



Slika 6. Resursi potrebni za izvedbu elemenata (npr. prozor) građevine

- smanjenje vremena potrebnog za projektiranje i uspostavljanje radova, koristeći se podacima s prethodno izvedenih projekata
- poticanje svih sudionika na ostvarivanju graditeljskih projekata na iskorištavanje ostalih tehnika koje pridonose optimalizaciji ukupnih troškova projekata (kao npr. "Durability, Maintainability, Availability Analysis, Failure Mode and Effects Analysis, Reliability Centred Maintenance", i dr.), što omogućuje projektiranje troškovno-efikasnih građevina, što će biti jeftinije za održavanje i uporabu te za ukupno vlasništvo. Upotreba tih tehnika u graditeljstvu opisana je u radu El-Haram i dr. [23].

Predložena struktura ukupnih troškova projekata bit će značajna za sve sudionike u izvođenju projekata (arhitekte, izvođače radova građenja, izvođače radova održavanja i uporabe, dobavljače materijala i opreme te ostalih), koji će biti uključeni bilo u izvođenju projekata ustupanih tradicionalnim načinom, ili po modelu *Public Private Partnership* (PPP). Struktura za prikupljanje i analizu ukupnih troškova projekata poslužit će kao osnova

za procjenu i analizu različitih varijantnih rješenja, nakon čega će rizici (npr. financijski i tehnički rizici), koji su

ovisni o elementima ukupnih troškova projekata, moći biti procijenjeni i minimizirani.

Autori se zahvaljuju na financijskoj potpori od strane "Engineering and Physical Sciences Research Council" (UK), kao i industrijskim partnerima na njihovu vremenu i doprinosu koji su uložili u razvoj ove strukture podataka za procjenu ukupnih troškova projekata.

LITERATURA

- [1] Egan, J.: *Rethinking Construction*, Report of the Construction Task Force to the Deputy Prime Minister, DETR, UK, 1998.
- [2] Construction Productivity Network: "Whole Life Costing- The New BS/ISO Standard", Report of a Joint Workshop with the Housing Forum, CPN Event, Bristol, UK, (2000)
- [3] Clift, M.; Bourke, K.: *Study on Whole Life Costing*, Building Research Establishment, UK, 1999.
- [4] El-Haram, M.; Horner, R. M. W.: *Factors affecting Life Cycle Cost in the Construction Industry*, Proc. of the 8th International Logistics Symposium, Exeter, UK, (1998)
- [5] Building Maintenance Information: *Occupancy Cost Planning*, special report: Serial 209, BMI, London, 1992.
- [6] Department of the Environment, PSA Specialist Services: *Cost-in-use Tables*, HMSO, London, 1991.
- [7] Robison, G. D.; Kosky M.: *Financial Barriers & Recommendations to the Successful use of Whole Life Costing in Property & Construction*, CRISP, UK, (2000)
- [8] British Standards Institution/The International Organization for Standardization: *BS/ISO Standard 15686 "Buildings and constructed assets - Service life planning"*. ISO, Geneva, 2000.
- [9] Kirk, S. J.; Dell'Isola, A. J.: *Life Cycle Costing for Design Professionals*. McGraw-Hill Book Company, New York, 1995.
- [10] El-Haram, M. A.; Marenjak, S.; Horner, R.M.W.: *Development of a Generic Framework for Collecting Whole Life Cost Data for the Building Industry*, Journal of Quality in Maintenance Engineering, MCB University Press, Vol. 8, No. 2, (2002)
- [11] Ferry, D.J.O.; Flanagan, R.: *Life Cycle Costing – A Radical Approach*, CIRIA Report 122, UK, 1991.
- [12] Construction Productivity Network: *Whole-life costing: practical ways forward*, Report E2134, CPN Event, Bristol, UK, (2002)
- [13] Royal Institution of Chartered Surveyors: *UNICLASS: Unified Classification for the Construction Industry*. RIBA Publications, London, 1997.
- [14] CIB: *CI/SfB (Construction Indexing Manual)*, RIBA Publications, London, 1976.
- [15] Royal Institution of British Architects: *"CAWS – Common Arrangements of Work Sections"*. London, RIBA Publications, 1987.
- [16] Building Cost Information Service: *Standard Form of Cost Analysis*, Principles, instructions and definitions, The Building Cost Information Service, UK, 1999.
- [17] Royal Institution of Chartered Surveyors: *SMM7 – Standard Method of Measurement for Building works*, 7th edition., RICS, London, 1988.
- [18] Construction Productivity Network: *"Intelligent Objects"*, Report E2124 of a Web Workshop, CPN Event, Bristol, UK, (2002)
- [19] Zakieh, R.: *Quantity Significant and its application application to construction project modelling*. PhD Thesis, University of Dundee, Dundee, 1991.
- [20] Marenjak, S.: *Cost Assessment Models*, *Gradevinar*, The Journal of Croatian Association of Civil Engineers 5 (1999)
- [21] British Standards Institution: *BS 5760, Part 23: Reliability of Systems, Equipment and Components – Guide to Life Cycle Costing*, BSI, London, 1997.
- [22] Horner, R.M.W.; El-Haram, M.; Munns, A.: *Building Maintenance Strategy: A New Management Approach*, International Journal of Quality in Maintenance, Vol. 3 No. 4, (1997)
- [23] El-Haram, M. A.; Marenjak, S.; Horner, R.M.W.: *The use of ILS techniques in the Construction Industry*, The 11th MIRCE International Symposium, The MIRCE Academy, Exeter, (2001)